



## การสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรไทย: การสกัดด้วยไอน้ำและการสกัดด้วยตัวทำละลาย

วิภาวรรณ นิละพงษ์

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บุษบา ผลโยธิน

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

วันแข็ง สิทธิกิจโยธิน\*

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

\* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-3810-2222 ต่อ 3353 อีเมล: wancheng@buu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2018.10.001

รับเมื่อ 27 กรกฎาคม 2560 ตอรับเมื่อ 30 มกราคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 1 ตุลาคม 2561

© 2018 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคนิคการกลั่นและการสกัดด้วยตัวทำละลายได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการนำมาใช้กับการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร โดยการสกัดแบบการกลั่นนั้นใช้หลักการการควบแน่นและการระเหยของสารสำคัญและน้ำ ซึ่งได้นำเสนอไว้สามเทคนิค ได้แก่ การกลั่นด้วยน้ำ การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำ โดยการกลั่นด้วยไอน้ำนี้ได้เพิ่มเทคนิคการกลั่นแบบ Instant Controlled Pressure Drop (DIC) ซึ่งนิยมใช้ในปัจจุบันไว้ด้วย สำหรับการสกัดด้วยตัวทำละลายนั้นจะใช้หลักการของการทำละลายกันระหว่างสารสำคัญและตัวทำละลาย โดยได้นำเสนอการสกัดด้วยตัวทำละลายไว้หลายเทคนิค ได้แก่ การสกัดแบบขง การสกัดแบบต่อเนื่อง การสกัดแบบการหมัก การสกัดโดยใช้ไขมัน การสกัดสารด้วยของไหลวิกฤตยิ่งยวด การสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ และการสกัดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง นอกจากหลักการพอสังเขปในแต่ละเทคนิคแล้ว นอกจากนี้ยังได้นำเสนอข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับตัวทำละลาย เช่น หลักการเลือกตัวทำละลายรวมทั้งข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละเทคนิคประกอบ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเลือกเทคนิคการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรที่สนใจได้อย่างเหมาะสมต่อไป

**คำสำคัญ:** การสกัดแบบการกลั่นด้วยไอน้ำ, การสกัดด้วยตัวทำละลาย, สารสำคัญ, สมุนไพร

การอ้างอิงบทความ: วิภาวรรณ นิละพงษ์ บุษบา ผลโยธิน และ วันแข็ง สิทธิกิจโยธิน, “การสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรไทย: การสกัดด้วยไอน้ำและการสกัดด้วยตัวทำละลาย,” *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 28, ฉบับที่ 4, หน้า 901-910, ต.ค.-ธ.ค. 2561.

## Extraction of Active Compounds from Thai Herbs: Steam Distillation and Solvent Extraction

Wipawan Neelapong

Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University, Chon Buri, Thailand

Bussaba Phonyotin

Department of Environmental and Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University, Chon Buri, Thailand

Wancheng Sittikijyothin\*

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University, Chon Buri, Thailand

\* Corresponding Author, Tel. 0-3810-2222 Ext. 3353, E-mail: wancheng@buu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2018.10.001

Received 27 July 2017; Accepted 30 January 2018; Published online: 1 October 2018

© 2018 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

### Abstract

Recently, distillation and solvent extraction are widely used in herbal extraction. Distillation process is based on of phase change of both active compounds and water, whereas the solvent extraction process is based on solubility principle as like dissolves like concept. Hence, three techniques of distillation, water distillation, water and steam distillation, and direct steam distillation are briefly provided in details, including an innovation process as instant controlled pressure drop (DIC). Various techniques of solvent extraction such as infusion, percolation, soxhlet extraction, maceration, enfleurage, supercritical fluid extraction, Microwave Assisted Extraction (MAE), and Ultrasound Assisted Extraction (UAE) are briefly described, including pros and cons. Moreover, factors of solvent selection and solvent polarity are also commented. Hopefully, these information from this article will be useful in your herb of interest.

**Keywords:** Steam Distillation, Solvent Extraction, Active Compound, Herb

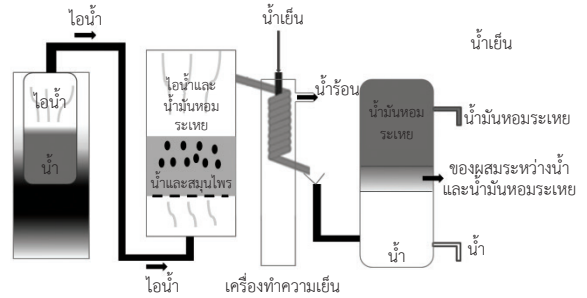
## 1. บทนำ

ปัจจุบันการนำสมุนไพรมาใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง ยารักษาโรค และได้รับความนิยมนำมาใช้มากขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติที่เฉพาะตัวของสารออกฤทธิ์ (Active Compound) หรือสารสำคัญในพืชสมุนไพร ด้วยเหตุนี้การสกัดสารสำคัญออกจากพืชสมุนไพรจึงถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสมุนไพร อีกทั้งในพืชสมุนไพรหนึ่งชนิดประกอบด้วยสารสำคัญหลายกลุ่ม จึงจำเป็นต้องเลือกวิธีหรือเทคนิคการสกัดสารสำคัญออกจากพืชสมุนไพรให้เหมาะสม

สำหรับเนื้อหาในบทความนี้ได้กล่าวถึงหลักการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพร 2 แบบหลักๆ คือ การกลั่น (Distillation) ที่ใช้หลักการของการระเหยของสารสำคัญและการพาของน้ำหรือไอน้ำ และการสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction) ที่ใช้หลักการของการละลายของสารสำคัญในตัวทำละลาย นอกจากนี้บทความนี้ได้รวบรวมและนำเสนอข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาเลือกตัวทำละลายและเทคนิคต่างๆ ในการสกัดด้วยตัวทำละลายซึ่งนิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ การสกัดแบบชงแบบอินฟิวชัน (Infusion) การสกัดแบบชงแบบเพอร์โคเลชัน (Percolation) การสกัดแบบต่อเนื่อง (Soxhlet Extraction) การสกัดแบบหมัก (Maceration) การสกัดโดยใช้ไขมัน (Enfleurage) การสกัดสารด้วยของไหลวิกฤตยิ่งยวด (Supercritical Fluid Extraction) การสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ (Microwave-Assisted Extraction; MAE) และการสกัดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound Assisted Extraction; UAE)

## 2. การกลั่น

การกลั่น เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในการสกัดสารสำคัญที่ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำ และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ โดยเฉพาะกับการสกัด “น้ำมันหอมระเหย (Essential Oils)” จากส่วนต่างๆ ของพืช ไม่ว่าจะเป็น ราก ลำต้น ใบ ดอก เปลือกของผลที่มีน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบ [1] สำหรับการสกัด ใช้หลักการทำให้สารสำคัญหรือน้ำมันหอมระเหยระเหยเป็นไอและควบแน่นเป็นของเหลว โดยใช้ความร้อน



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงกระบวนการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ ดัดแปลงจากงานของกิตติศักดิ์ [4]

หรือไอน้ำร้อนพาน้ำมันหอมระเหยออกมาจากพืชสมุนไพร โดยน้ำหรือไอน้ำจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อของพืช ความร้อนจะทำให้ไขมันหอมระเหยกลายเป็นไอน้ำมากับน้ำร้อนหรือไอน้ำ และถูกส่งไปตามท่อและผ่านระบบหล่อเย็น จากนั้นน้ำมันหอมระเหยและไอน้ำจะควบแน่นกลายเป็นของเหลว โดยของเหลวที่ได้สามารถแยกชั้นเป็นสามส่วนด้วยกัน คือน้ำมันหอมระเหยอยู่ส่วนบน น้ำจะอยู่ส่วนล่าง สำหรับส่วนกลางเป็นส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยและน้ำ (Hydrosol) [2], [3] ดังแสดงในรูปที่ 1

น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากกระบวนการกลั่น ถือเป็นผลิตภัณฑ์หลักที่มีสารสำคัญที่ให้ความหอมเป็นองค์ประกอบหลัก ในขณะที่ของผสมของน้ำมันหอมระเหยและน้ำ ถือเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่มีความเข้มข้นของสารสำคัญที่ให้ความหอมต่ำ และมีสารสำคัญที่สามารถละลายได้ในน้ำ เป็นองค์ประกอบหลัก แต่อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์พลอยได้ดังกล่าวยังคงมีกลิ่นหอมเช่นเดียวกับน้ำมันหอมระเหยหรือผลิตภัณฑ์หลัก สำหรับการแยกผลิตภัณฑ์หลัก ผลิตภัณฑ์พลอยได้ และน้ำนั้น สามารถทำได้โดยใช้หลักการของความแตกต่างของความหนาแน่นของสาร กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าของผสมของน้ำมันหอมระเหยและน้ำ จึงทำให้ลอยอยู่ด้านบน โดยมีชั้นฟิล์มชั้นระหว่างผลิตภัณฑ์ทั้งสอง และน้ำมีความหนาแน่นมากกว่าจะอยู่ช่วงล่าง [5] ทั้งผลิตภัณฑ์หลักและผลิตภัณฑ์พลอยได้นั้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เช่น นำไปแต่งกลิ่นโดยผสมในโลชั่น หรือใน

ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว เป็นต้น [6]

การเลือกชนิดของพืชมาสกัดน้ำมันหอมระเหยควรจะต้องเลือกพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบ และชนิดของน้ำมันหอมระเหยควรระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ ในกรณีที่มีน้ำมันหอมระเหยระเหยได้ที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดของน้ำ จะส่งผลให้น้ำมันหอมระเหยไม่สามารถระเหยออกมาพร้อมกับไอน้ำได้ ทำให้ได้สารสกัดที่มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยต่ำ สำหรับเทคนิคการกลั่นน้ำมันหอมระเหยมี 3 วิธีหลัก ได้แก่ การกลั่นด้วยน้ำร้อน (Water Distillation or Hydrodistillation) การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and Steam Distillation) และการกลั่นด้วยไอน้ำโดยตรง (Direct Steam Distillation) [2] โดยมีหลักการพอสังเขป ดังนี้

### 2.1 การกลั่นด้วยน้ำร้อน

การกลั่นด้วยน้ำร้อน เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดของการกลั่นน้ำมันหอมระเหย การกลั่นโดยวิธีนี้เหมาะกับการกลั่นสกัดสารสำคัญที่ทนต่อความร้อนและไม่สลายตัวง่ายเมื่อให้ความร้อนเป็นเวลานาน โดยภาชนะสำหรับกลั่นต้องจุ่มในน้ำเดือดทั้งหมด และต่อเข้ากับเครื่องควบแน่น สำหรับข้อจำกัดสำหรับการกลั่นแบบนี้ คือระยะเวลาที่ใช้ในการกลั่นนานกว่าการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำโดยตรง

### 2.2 การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ

การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ เป็นเทคนิคการกลั่นที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตน้ำมันหอมระเหยทางการค้า มีหลักการโดยใช้ตะแกรงรองพืชสมุนไพรที่จะกลั่นให้เหนือระดับน้ำในหม้อกลั่น ต้มน้ำให้เดือด ไอน้ำจะลอยตัวขึ้นไปผ่านพืชที่จะกลั่น ซึ่งน้ำจะไม่ถูกกับพืช ไอน้ำจากน้ำเดือดเป็นไอน้ำที่อิ่มตัวที่ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) จึงเป็นไอน้ำที่ไม่ร้อนจัด การกลั่นด้วยวิธีนี้ ถือเป็นวิธีการกลั่นที่สะดวกที่สุด คุณภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ดีกว่าวิธีแรก ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจะไม่ไวต่อการย่อยสลาย และวิธีนี้ช่วยลดการเสื่อมสภาพจากความร้อนของสารสำคัญได้ดี แต่ต้องใช้เวลาในการสกัดที่นานกว่า สำหรับข้อจำกัดของวิธีการกลั่นแบบนี้ คือต้องมีที่กันเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเดือด

สัมผัสกับพืชสมุนไพร

### 2.3 การกลั่นด้วยไอน้ำ

การกลั่นด้วยไอน้ำโดยตรง ทำได้โดยวางพืชอยู่บนตะแกรงในหม้อกลั่น ซึ่งไม่มีน้ำอยู่เลย ไอน้ำภายนอกอาจเป็นไอน้ำอิ่มตัว หรือไอน้ำร้อนจัดที่ความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศ ส่งไปตามท่อใต้ตะแกรงให้ไอน้ำไปถูกกับพืชบนตะแกรง ไอน้ำต้องมีปริมาณเพียงพอที่จะช่วยให้น้ำมันระเหยออกมาจากพืชสมุนไพร พืชสมุนไพรบางชนิดอาจใช้ไอน้ำร้อนจัดได้ แต่บางชนิดต้องใช้ไอน้ำอิ่มตัว น้ำมันจึงจะถูกปล่อยออกมา ข้อดีของการกลั่นด้วยวิธีนี้คือ สามารถกลั่นได้อย่างรวดเร็ว ควบคุมปริมาณไอน้ำได้ง่าย ส่วนใหญ่นิยมใช้ในระบบขนาดใหญ่

จากหลักการที่ทำให้ไขมันหอมระเหยกลายเป็นไอและควบแน่นเป็นของเหลวนี้ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคการกลั่นให้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้ได้ผลการสกัด คุณภาพของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น และลดระยะเวลาการสกัดให้สั้นลง ในที่นี้ขอกล่าวถึงเทคนิคการกลั่นแบบ Instant Controlled Pressure Drop (DIC) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในหลายๆอุตสาหกรรม รวมถึงในอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วย โดยหลักการของเทคนิคการกลั่นแบบ DIC เป็นกระบวนการกลั่นสารสำคัญหรือน้ำมันหอมระเหยโดยตรงด้วยการให้ไอน้ำร้อนจัดที่ความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศกับพืชสมุนไพรที่สภาวะความดันสุญญากาศ (Vacuum Pressure) และปล่อยให้ไอน้ำร้อนจัดอยู่ที่อุณหภูมิคงที่นานประมาณ 20 นาที จากนั้นจึงลดความดันในระบบให้เป็นความดันสุญญากาศทันทีอีกครั้ง เพื่อให้ไอน้ำร้อนจัดนั้นเกิดการระเหยโดยอัตโนมัติ (Autovaporization) ซึ่งจะพาน้ำมันหอมระเหยออกมาด้วย [7] สำหรับเทคนิคดังกล่าว ปัจจุบันถูกนำไปประยุกต์ร่วมกับเทคนิคการสกัดอื่น เช่น การสกัดสารด้วยของไหลวิกฤตยิ่งยวด เทคนิคสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ และการสกัดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง เป็นต้น

### 3. การสกัดด้วยตัวทำละลาย

เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลาย ใช้หลักการของการ



ละลาย ฉะนั้นจำเป็นต้องทราบถึงหลักการของการละลาย ความมีขั้ว (Polarity) ของทั้งตัวทำละลายและสารสำคัญ โดยสารสำคัญจะสามารถละลายในตัวทำละลายได้ก็ต่อเมื่อ ความเป็นขั้วของตัวสารสำคัญกับตัวทำละลายมีค่าใกล้เคียงกัน (Like Dissolves Like) คือ ตัวถูกละลายที่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วเพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีขั้ว เป็นแรงไดโพล-ไดโพล (Dipole-Dipole) ในทางตรงข้าม ตัวถูกละลายที่ไม่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลไม่มีขั้วเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals Force) เหมือนกัน ทั้งนี้ตัวทำละลายที่มีขั้วไม่เท่ากันจะมีความสามารถในการละลายสารชนิดเดียวกัน ได้ไม่เท่ากัน ซึ่งความมีขั้วจะมีความสัมพันธ์กับค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (Dielectric Constant) ของตัวทำละลาย กล่าวคือ ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกที่อยู่ในช่วง 1-20, 20-50 และมากกว่า 50 บ่งชี้ว่าตัวทำละลายนั้นไม่มีขั้ว กึ่งมีขั้ว และมีขั้ว ตามลำดับ ฉะนั้นค่าคงที่ไดอิเล็กตริกนี้ จึงสามารถบ่งชี้ถึงความเป็นขั้วของตัวทำละลายได้ในระดับหนึ่งโดยข้อมูลของตัวทำละลายบางชนิดแสดงในตารางที่ 1

การเลือกใช้ตัวทำละลายให้เหมาะสมนั้น นอกจากจะสามารถละลายสารสำคัญที่ต้องการสกัดได้แล้ว ยังต้องไม่ระเหยง่ายหรือยากจนเกินไป ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด ไม่เป็นพิษ และราคาไม่แพงมาก นอกจากการเลือกใช้ตัวทำละลายให้เหมาะสมแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการสกัด คือ ขนาดอนุภาคของสมุนไพรที่จะนำมาสกัด สัดส่วนของสมุนไพรกับปริมาณตัวทำละลายที่ใช้ อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการสกัด

ตัวอย่างการเลือกตัวทำละลายเพื่อนำไปใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์ชนิดต่างๆ เช่น สารสำคัญที่มีขั้ว ได้แก่ Alkaloids, Polyphenols, Tannins, Saponins และ Lectins เป็นต้น สามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้ว เช่น Methanol, Water และ Acetone เป็นต้น และสารสำคัญที่ไม่มีขั้ว เช่น Terpenoids สามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น Chloroform อย่างไรก็ตาม สารสำคัญชนิดเดียวอาจสามารถใช้ตัวทำละลายต่างชนิดได้ สำหรับตัวอย่างตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารสำคัญชนิดต่างๆ แสดงดังในตารางที่ 2

**ตารางที่ 1** ข้อมูลของตัวทำละลายบางชนิดที่แบ่งออกตามความมีขั้ว (ดัดแปลงจาก Nualkaew [8])

ตัวทำละลาย	จุดเดือด (°C)	ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก	ความหนาแน่น (g/ml)
<b>ตัวทำละลายไม่มีขั้ว (Non-Polar Solvent)</b>			
Acetic Acid	118	6.2	1.049
Benzene	80	2.3	0.879
n-Butanol	118	18	0.810
Chloroform	61	4.8	1.489
Diethyl Ether	35	4.3	0.713
Ethyl Acetate	77	6.0	0.902
Hexane	69	2.0	0.655
Isopropanol	82	18	0.785
n-Propanol	97	20	0.803
Toluene	111	2.4	0.865
Vegetable Oil	235	-	0.904
<b>ตัวทำละลายกึ่งมีขั้ว (Semi Polar Solvent)</b>			
Acetone	56	21	0.785
Acetonitrile	82	37	0.786
Dimethyl Sulfoxide	189	47	1.095
Ethanol	79	24	0.789
Methanol	65	33	0.791
<b>ตัวทำละลายมีขั้ว (Polar Solvent)</b>			
Formic acid	100	58	1.220
Water	100	80	0.998

#### 4. ประเภทของการสกัดด้วยตัวทำละลาย

การสกัดด้วยตัวทำละลายมีหลายวิธี เช่น การสกัดแบบขงแบบอินฟิวชัน การสกัดแบบขงแบบเพอร์โคเลชัน การสกัดแบบต่อเนื่อง การสกัดแบบหมัก การสกัดโดยใช้ไขมัน การสกัดสารด้วยของไหลวิกฤติยิ่งยวด การสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ และการสกัดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง เป็นต้น โดยแสดงหลักการของแต่ละวิธีพอสังเขปดังนี้

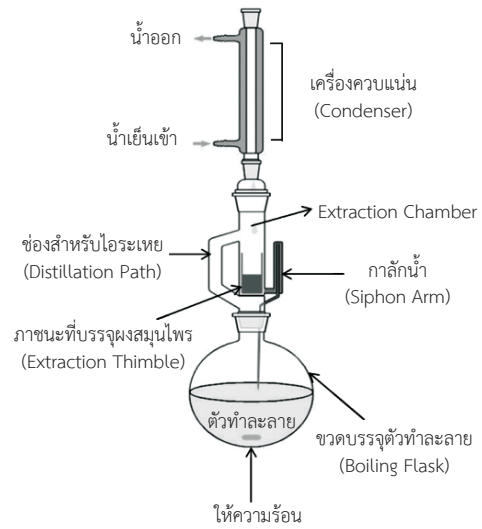
##### 4.1 การสกัดแบบขง

การขงแบบอินฟิวชัน เป็นการสกัดสารสำคัญโดยใช้

**ตารางที่ 2** ชนิดของตัวทำละลายที่ใช้สำหรับสกัดสารสำคัญ  
ชนิดต่างๆ (ดัดแปลงจาก Pandey และคณะ [9])

ตัวทำละลาย	สารสำคัญ	อ้างอิง
<b>ตัวทำละลายไม่มีขั้ว (Non-Polar Solvent)</b>		
Vegetable Oils	Carotenoids	[10]
Chloroform	Terpenoids, Flavonoids	[9]
Ethyl acetate	Flavonols, Polyphenols	[11]
Hexane	Lycopene, Carotenoid	[12]
<b>ตัวทำละลายกึ่งมีขั้ว (Semipolar Solvent)</b>		
Acetone	Phenol, Flavonols, Ursolic Acid	[9], [13]
Ethanol	Madecassoside, Quercetin, Asiaticoside, Tannins, Polyphenols, Flavonols, Terpenoids, Ursolic Acid, Polyacetylenes, Sterols, Alkaloids, Aarotenoids	[9], [10], [13], [15], [16]
Methanol	Anthocyanins, Saponins, Xanthoxylines, Terpenoids, Tannis, Totarol, Lactones, Quassinoids, Phenones, Flavonoids, Polyphenol, Ursolic Acid, Phytoestrogen	[9], [14]
<b>ตัวทำละลายมีขั้ว (Polar Solvent)</b>		
Water	Anthocyanins, Terpenoids, Polypeptides, Saponins, Tannins, Lectins, Starches	[9]

ระยะเวลาช่วงสั้นๆ ร่วมกับการใช้น้ำร้อนหรือน้ำเย็น ซึ่งสารสำคัญควรมีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดี สำหรับการสกัดแบบเพอร์โคเลชัน เป็นการใช้เครื่องชง (Percolator) ทำได้โดยหมักสมุนไพรกับตัวทำละลายผ่านอุปกรณ์เครื่องชง และปล่อยให้ตัวทำละลายไหลผ่านผงสมุนไพรอย่างช้าๆ พร้อมกับละลายสารสำคัญจากผงสมุนไพรออกมา สำหรับเครื่องชงมีลักษณะเป็นคอลัมน์ทรงกระบอกปลายเปิดทั้งสองด้าน โดยที่ปลายบนจะกว้างกว่าปลายล่าง [4] เพื่อสะดวกในการบรรจุผงสมุนไพร ส่วนปลายล่างมักจะต่อกับท่อสายยางปิด-เปิดได้ เพื่อที่ได้เป็นระยะเวลาพอสมควร แล้วจึงปล่อยให้ตัวทำละลายไหลผ่านผงสมุนไพรในอัตราเร็วพอเหมาะ



**รูปที่ 2** ลักษณะของการสกัดแบบต่อเนื่องด้วยเครื่องมือ Soxhlet Extractor ดัดแปลงจากงานของกิตติศักดิ์ [4]

พร้อมกับเติมตัวทำละลายใหม่ผ่านลงเรื่อยๆ จนองค์ประกอบที่ต้องการในผงสมุนไพรละลายออกมาจนหมดโดยการตรวจสอบจากการสกัดสุดท้าย

#### 4.2 การสกัดแบบต่อเนื่อง

การสกัดแบบต่อเนื่อง เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรโดยการใช้ความร้อน และตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ เครื่องมือที่ใช้เป็นระบบปิดเรียกว่า Soxhlet Extractor (รูปที่ 2) หลักการคือใส่ตัวทำละลายลงในขวดบรรจุตัวทำละลาย (Boiling Flask) และให้ความร้อนเพื่อให้ตัวทำละลายระเหยกลายเป็นไอไปตามช่องสำหรับไอระเหย (Distillation Path) เพื่อให้ไอของตัวทำละลายระเหยขึ้นสู่ส่วนบนซึ่งต่อกับเครื่องควบแน่น (Condenser) จากนั้นไอของตัวทำละลายถูกควบแน่นตกลงมาสู่ภาชนะที่บรรจุผงสมุนไพรไว้ (Extraction Thimble) เมื่อตัวทำละลายใน Extraction Chamber เพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับกาลักน้ำ (Siphon Arm) ตัวทำละลายนั้นจะไหลกลับสู่ขวดบรรจุตัวทำละลายด้านล่าง การสกัดจึงหมุนเวียนต่อเนื่องกัน วิธีนี้ทำให้ประหยัดตัวทำละลายและทำให้ได้สารสกัดที่มีความเข้มข้นสูง อีกทั้งสมุนไพรจะไม่ถูกความร้อนสูงเท่ากับการต้มโดยตรง



สำหรับข้อจำกัด คือไม่เหมาะกับพืชสมุนไพรและสารสำคัญที่ไม่ทนความร้อน

ตัวอย่างสารสำคัญที่ทำการสกัดแบบต่อเนื่องด้วยเครื่อง Soxhlet Extractor เช่น สารสำคัญกลุ่ม phytoestrogen ได้แก่  $\beta$ -Sitosterol จากเปลือกและเมล็ดของผลทับทิม (*Punica granatum*) ซึ่งใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย [13] และสารสำคัญ Madecassoside และ Asiaticoside จาก ใบบัวบก (*Centella asiatica* L.) โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย [15] เป็นต้น

#### 4.3 การสกัดแบบหมัก

หลักการการสกัดแบบการหมัก คือ การแช่ผงสมุนไพรในตัวทำละลาย จนกระทั่งตัวทำละลายแทรกซึมเข้าไปละลายสารสำคัญในผงสมุนไพรออกมา โดยระยะเวลาในการหมักหรือแช่ผงสมุนไพรในตัวทำละลายประมาณ 2-4 วัน หรือตามกำหนดในเภสัชตำรับหรือจนกระทั่งสารสำคัญที่ต้องการออกมาหมด หลังจากนั้นจึงกรองแยกกากสมุนไพรออกจากตัวทำละลายและปรับปริมาตรสารสกัดที่ต้องการ ในที่นี้ขอยกตัวอย่างสถานะการสกัดสารสกัดหยาบจากใบฝรั่งพันธุ์เวียดนาม (*Psidium guajava* L.) ที่ใช้เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เป็นตัวทำละลาย และใช้ระยะเวลาการหมัก 2-7 วัน [16] ในขณะที่หมักใบสาบเสือ (*Chromolaena odorata*) ใช้ระยะเวลาการหมักเพียง 16-18 ชั่วโมง ด้วยตัวทำละลายเอทานอล [17] สำหรับข้อดีของการสกัดแบบหมักคือ เหมาะกับสารสำคัญที่ไวต่อความร้อน สำหรับข้อเสียคือ ต้องกวนบ่อย ใช้ตัวทำละลายมาก และมีค่าใช้จ่ายสูง

#### 4.4 การสกัดโดยใช้ไขมัน

การสกัดโดยใช้ไขมัน เป็นวิธีการสกัดแบบดั้งเดิม มักใช้กับดอกไม้กลีบบาง เช่น มะลิ ช่อนกลั่น ลั่นทม กุหลาบ เป็นต้น โดยมีขั้นตอนดังนี้ คือ วางกลีบดอกไม้ลงบนไขมันที่เกลี่ยไว้ ตั้งทิ้งไว้ กลิ่นของดอกไม้จะละลายในไขมัน จากนั้นเปลี่ยนดอกไม้ชุดใหม่ ทำซ้ำเช่นนี้ประมาณ 7-10 ครั้ง จนกว่าไขมันจะอิ่มตัว หลังจากนั้นใช้ตัวทำละลาย เช่น แอลกอฮอล์ สกัดกลั่นออกจากไขมัน และระเหยตัวทำละลายออกที่

อุณหภูมิและความดันต่ำ จะได้หัวน้ำหอมที่มีความเข้มข้นมาก จากนั้นนำมาแช่เย็นเพื่อแยกส่วนที่เป็นไขออก จะได้หัวน้ำหอมที่บริสุทธิ์ขึ้น [18]

#### 4.5 การสกัดสารโดยใช้ของไหลวิกฤติยิ่งยวด

การสกัดสารโดยใช้ของไหลวิกฤติยิ่งยวด เป็นการสกัดสารที่อาศัยคุณสมบัติของตัวทำละลายที่สภาวะวิกฤติ ซึ่งของไหลวิกฤติยิ่งยวดเกิดจากการเพิ่มความดันและอุณหภูมิให้สูงกว่าจุดวิกฤติ (Critical Point) ของตัวทำละลายนั้นๆ โดยของไหลวิกฤติยิ่งยวด มีความสามารถในการสกัดสารสำคัญออกจากพืชสมุนไพรได้ดี เนื่องจากตัวทำละลายดังกล่าวมีคุณสมบัติอยู่ระหว่างของเหลวและแก๊ส คือ มีความหนาแน่นค่อนข้างสูงคล้ายของเหลว แต่จะมีความหนืดต่ำ ทำให้มีความสามารถในการแพร่เข้าไปในโครงสร้างของแข็งได้ดี อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดที่สำคัญของวิธีการสกัดสารโดยใช้ของไหลวิกฤติยิ่งยวด คือต้นทุนของอุปกรณ์ที่มีราคาค่อนข้างสูง [19] ตัวทำละลายที่สามารถใช้เป็นของไหลวิกฤติยิ่งยวด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) เอทิลีน (Ethylene) โพรเพน (Propane) และไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide) เป็นต้น [20] โดยค่าอุณหภูมิและความดันวิกฤติของตัวทำละลายบางชนิดแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าอุณหภูมิและความดันวิกฤติของตัวทำละลายบางชนิด [20]

ตัวทำละลาย	อุณหภูมิวิกฤติ (°C)	ความดันวิกฤติ (atm)
Ethylene	9.9	50.5
Carbon Dioxide	31	72.9
Nitrous Oxide	36.5	71.7
Propane	96.7	42.0
Sulfur Hexafluoride	45.7	37.1
Methanol	240.3	78.9
Water	363.9	218.1
Ammonia	132.3	111.5
n-Pentane	196.7	33.3

คาร์บอนไดออกไซด์ ถือเป็นตัวทำละลายที่ได้รับความนิยมใช้มาก เนื่องจากมีค่าอุณหภูมิและความดันวิกฤติที่ไม่สูงจนเกินไป ไม้ไวไฟ มีราคาถูก ง่ายต่อการจัดหา ไม่มีกลิ่นรส และไม่มีความเป็นพิษ นอกจากนี้ไม่มีตัวทำละลายเหลือตกค้างอยู่ในส่วนที่สกัดได้ เพราะคาร์บอนไดออกไซด์จะกลายเป็นแก๊สที่สภาวะบรรยากาศภายหลัง จึงไม่มีปัญหาของการสลายตัวของสารที่สกัดได้อันเนื่องมาจากความร้อนและให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและความบริสุทธิ์สูง สำหรับตัวอย่างการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่ใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวทำละลาย เช่น การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ด *Argania spinosa* L. จะใช้สภาวะที่อุณหภูมิเท่ากับ 44.63 องศาเซลเซียส และความดันเท่า 297.71 ความดันบรรยากาศ [21] ในขณะที่การสกัดสาร Caffeine และ Catechins จากใบชาเขียว ใช้สภาวะความดันเท่ากับ 60 องศาเซลเซียสและความดัน 246.73 ความดันบรรยากาศ [22] เป็นต้น

#### 4.6 เทคนิคสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ

การสกัดโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ เป็นวิธีการสกัดโดยใช้คลื่นไมโครเวฟซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ในช่วง  $3 \times 10^2 - 3 \times 10^5$  เมกะเฮิร์ตซ์ และความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 0.01–1.00 เมตร ร่วมกับตัวทำละลายอินทรีย์ในการสกัดด้วยคุณสมบัติความเป็นขั้วของโมเลกุลภายในตัวทำละลายที่ใช้สกัดจะเกิดแรงต้านการเคลื่อนที่หรือเสียดสีกันทำให้เกิดความร้อนขึ้นซึ่งมีผลต่อเซลล์พืชและเกิดการสกัดสารสำคัญออกมา พบว่าที่ความถี่ 2,450 เมกะเฮิร์ตซ์ มีกำลังไฟฟ้ายู่ในช่วง 600–700 วัตต์ [23] เป็นสภาวะที่นิยมใช้ในการสกัดในระดับห้องปฏิบัติการ สำหรับการสกัดโดยใช้คลื่นไมโครเวฟนี้พบว่ามีประสิทธิภาพรวดเร็ว สามารถลดช่วงระยะเวลาและปริมาณการใช้ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดได้ดี เช่น การสกัดสาร Ginsenosides จากโสม (Ginseng) ด้วยคลื่นไมโครเวฟจะใช้เวลาเพียง 15 นาที และได้ผลผลิตมากกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายแบบเดิม (การสกัดแบบต่อเนื่อง) ที่ใช้เวลานาน 10 ชั่วโมง [24] สำหรับการสกัดสาร Caffeine และ Catechins จากใบชาเขียว (Green Tea) เมื่อใช้เทคนิคการสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ พบว่าสามารถสกัดสารสำคัญได้เพียง

4 นาที เมื่อใช้เอทานอลและน้ำเป็นตัวทำละลาย [25] สำหรับข้อจำกัดของเทคนิคนี้คือ ไม่สามารถใช้ร่วมกับตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น เฮกเซน เนื่องจากตัวทำละลายจะไม่สามารถดูดซับพลังงานคลื่นไมโครเวฟได้ จึงทำให้ไม่เกิดความร้อน [20]

#### 4.7 การสกัดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง

การสกัดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง เป็นการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในช่วง 20–100 กิโลเฮิร์ตซ์ เพื่อทำให้เกิดการสั่นสะเทือนหรือทำให้เกิดและสลายฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมากอย่างรวดเร็วในตัวทำละลาย จึงทำให้เกิดการสกัดและเกิดการปลดปล่อยสารสำคัญจากสมุนไพรออกมา ข้อดีของการสกัดวิธีนี้คือ ลดระยะเวลา อุณหภูมิ ลดขนาดของอุปกรณ์ลง [26], [27] และได้ปริมาณสารสกัดสูงกว่า เมื่อเทียบกับการสกัดแบบหมักและการสกัดแบบต่อเนื่อง [10], [28]

### 6. สรุป

ในบทความนี้ได้นำเสนอการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรสองแบบใหญ่ๆ คือ แบบแรกเป็นการสกัดแบบกลั่นที่ใช้หลักการของการควบแน่น การระเหยของน้ำ และสารสำคัญแบบที่สองคือการสกัดด้วยตัวทำละลายที่ใช้หลักการของการละลายระหว่างตัวทำละลายกับสารสำคัญ ซึ่งในแบบที่สองนี้ได้นำเสนอไว้หลายเทคนิค ได้แก่ การสกัดแบบขง การสกัดแบบต่อเนื่อง การสกัดแบบหมัก การสกัดโดยใช้ไขมัน การสกัดสารด้วยของไหลวิกฤติยิ่งยวด การสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ และการสกัดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง พบว่าในแต่ละเทคนิคของการสกัดจะมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกันไป ฉะนั้นในการพิจารณาวิธีการสกัดสารสำคัญให้เหมาะสมนั้น จึงขึ้นอยู่กับชนิดของพืชสมุนไพร คุณสมบัติของสารสำคัญที่ต้องการสกัด และลักษณะการนำสารสำคัญไปใช้งานเป็นหลัก

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Vinatoru, “An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs,” *Ultrasonics Sonochemistry*, vol. 8, no. 3,





- pp. 303–313, 2001.
- [2] J. Azmir, I. S. Zaidul, M. M. Rahman, K. M. Sharif, A. Mohamed, F. Sahena, M. H. Jahurul, K. Ghafoor, N. A. Norulaini, and A. K. Omar. “Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review,” *Journal of Food Engineering*, vol. 117, no. 4, pp. 426–436, 2013.
- [3] Z. A. Ahmad, Z. B. Yusoff, A. F. Awang, M. A. Nor, M. S. Zait, M. H. Roslan, and M. Z. Zaid, “Hydro-distillation process in extracting of agarwood essential oil,” in *Proceedings Technology and Innovation National Conference*, Kuching Sarawak, 2015, pp. 203–211.
- [4] K. Khlaeo-Chansukh, “Isolation, separation and identification of active principle from medicinal plants,” Class Material, Applied Thai Traditional Medicine, College of Allied Health Sciences (in Thai).
- [5] Starchaser-Healing Arts. (2018, December). Methods of Extracting Essential Oils and Hydrosols. Starchaser-Healing Arts [Online]. Available: <http://www.starchaser-healingarts.com/methods-of-extracting-essential-oils-and-hydrosols-steam-distillation/>
- [6] R. S. Verma, R. C. Padalia, and A. Chauhan. “Analysis of the hydrosol aroma of Indian oregano,” *Med Aromat Plants*, vol. 1, no. 112, pp. 2167–0412, 2012.
- [7] T. Allaf, V. Tomao, K. Ruiz, and F. Chemat, “Instant controlled pressure drop technology and ultrasound assisted extraction for sequential extraction of essential oil and antioxidants,” *Ultrasonic Sonochemistry*, vol. 20, pp. 239–246, 2013.
- [8] S. Nualkaew, “Basis of extraction,” Class Material, Faculty of Pharmacy, Mahasarakham University (in Thai).
- [9] A. Pandey and S. Tripathi, “Concept of standardization, extraction and pre phytochemical screening strategies for herbal drug,” *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, vol. 2, no. 5, 2014.
- [10] A. M. Goula, M. Ververi, A. Adamopoulou, and K. Kaderides, “Green ultrasound-assisted extraction of carotenoids from pomegranate wastes using vegetable oils,” *Ultrasonics sonochemistry*, vol. 34, pp. 821–830, 2017.
- [11] G. Serdar, E. Demir, S. Bayrak, and M. Sökmen, “New approaches for effective microwave assisted extraction of caffeine and catechins from green tea,” *International Journal of Secondary Metabolite*, vol. 3, no. 1, 2016.
- [12] M. Aamir and W. Jittanit, “Ohmic heating treatment for Gac aril oil extraction: Effects on extraction efficiency, physical properties and some bioactive compounds,” *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 41 pp. 224–234, 2017.
- [13] D. Pintač, T. Majkić, L. Torović, D. Orčić, I. Beara, N. Simin, N. Mimica-Dukić, and M. Lesjak, “Solvent selection for efficient extraction of bioactive compounds from grape pomace,” *Industrial Crops and Products*, vol. 111, pp. 379–390, 2018.
- [14] S. Kupittayanant, K. Indrapichate, and P. Kupittayanant, “Effects of pomegranate (*Punica granatum*) extracts on female rat reproductive system,” Research Report, Suranaree University of Technology, 2011 (in Thai).
- [15] P. Prasertwaree, J. Mingmuang, S. Thongdee, S. Onthong, and N. Chansuwanich, “The

- development of transdermal patch from centella asiatica (L.) Urban,” *Bulletin of the Department of Medical Sciences*, vol. 57, no. 2, pp. 174–185, 2015 (in Thai).
- [16] M. Rattanaphol, N. Rattanaphol, and J. Puripattanawong, “Use of guava leaf (*Psidium quajava* Linn.) and Crude Extract from Guava Leaf in Broilers under Evaporative Cooling System,” In *Proceedings of the 49th Kasetsart University Annual Conference*, Kasetsart University, Thailand, 2011, vol. 2, pp. 9–18 (in Thai).
- [17] B. Phonyotin, “Development of coated cotton gauze using polysaccharide seed gums and herbal extracts,” M.S. thesis, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University, Thailand, 2017 (in Thai).
- [18] A. C. Stratakos and A. Koidis, “Methods for extracting essential oils,” in *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, San Diego: Irish Academic Press, 2016. pp. 31–38.
- [19] M. A. A. Meireles, “Supercritical extraction from solid: Process design data (2001–2003),” *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, vol. 7, no. 4, pp. 321–330, 2003.
- [20] T. Songsak, “Extraction of active chemical constituent of herbal medicinal plant using microwave-assisted extraction technique,” thesis, Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Rangsit University (in Thai).
- [21] I. Haloui and A.-H. Meniai, “Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of essential oil from Algerian Argan (*Argania spinosa* L.) seeds and yield optimization,” *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 42, no. 17, pp. 12912–12919, 2017.
- [22] M. Sökmen, E. Demir, and S. Y. Alomar, “Optimization of sequential Supercritical Fluid Extraction (SFE) of caffeine and catechins from green tea,” *The Journal of Supercritical Fluids*, vol. 133, pp. 171–176, 2018.
- [23] A. Afoakwah, J. Owusu, C. Adomako, and E. Teye, “Microwave assisted extraction (MAE) of antioxidant constituents in plant materials,” *Global Journal of Bioscience and Biotechnology*, vol. 1, no. 2, pp. 132–140, 2012.
- [24] Y. Y. Shu, M. Y. Ko, and Y. S. Chang, “Microwave-assisted extraction of ginsenosides from ginseng root,” *Microchemical Journal*, vol. 74, no. 2, pp. 131–139, 2003.
- [25] G. Serdar, E. Demir, S. Bayrak, and M. Sökmen, “New approaches for effective microwave assisted extraction of caffeine and catechins from green tea,” *International Journal of Secondary Metabolite*, vol. 3, no. 1, 2016.
- [26] I. A. Saleh, M. Vinatoru, T. Mason, N. Abdel-Azim, E. Aboutabl, and F. Hammouda, “A possible general mechanism for Ultrasound Assisted Extraction (UAE) suggested from the results of UAE of chlorogenic acid from *Cynara scolymus* L. (artichoke) leaves,” *Ultrasonics sonochemistry*, vol. 31, pp. 330–336, 2016.
- [27] F. Chemat, V. Tomao, and M. Viot, “Ultrasound-assisted extraction in food analysis”, in *Handbook of food analysis instruments*, CRC Press Taylor&Francis Group, 2008, pp. 85–103.
- [28] D. P. Xu, J. Zheng, Y. Zhou, Y. Li, S. Li, and H. B. Li, “Ultrasound-assisted extraction of natural antioxidants from the flower of *Limonium sinuatum*: Optimization and comparison with conventional methods,” *Food chemistry*, vol. 217, pp. 552–559, 2017.